

· 临床与预防 ·

# 血清游离脂肪酸对不同体质指数中青年高尿酸血症患者血尿酸水平的影响

李慧丹<sup>1</sup>, 魏星<sup>2</sup>, 苏子怀<sup>1</sup>, 池芳昊<sup>1</sup>, 赵伟<sup>3</sup>, 黄力平<sup>4,5</sup>, 杨松涛<sup>1</sup>

1.江西中医药大学体育健康学院,江西 南昌 330004;2.南昌大学第二附属医院康复医学科;

3.天津医科大学朱宪彝纪念医院痛风科;4.天津体育学院实验教学实训中心;

5.天津市运动生理与运动医学重点实验室

**摘要:**目的 探讨血清游离脂肪酸(FFA)对不同体质指数(BMI)中青年高尿酸血症(HUA)患者血尿酸(SUA)水平的影响。方法 选取 2018 年 3 月—2020 年 5 月期间在天津医科大学朱宪彝纪念医院首次被确诊为 HUA 的中青年男性患者 144 例,按 BMI 分为正常组( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 24.0 \text{ kg/m}^2$ ,  $n=42$ )、超重组( $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28.0 \text{ kg/m}^2$ ,  $n=58$ )、肥胖组( $\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2$ ,  $n=44$ );按 FFA 水平三分位数分为低分位组( $\text{FFA} \leq 0.37 \text{ mmol/L}$ ,  $n=48$ )、中分位组( $0.37 \text{ mmol/L} < \text{FFA} < 0.7 \text{ mmol/L}$ ,  $n=48$ )、高分位组( $\text{FFA} \geq 0.7 \text{ mmol/L}$ ,  $n=48$ )。收集所有患者的一般信息及 FFA、SUA 等实验室检测数据,进行统计学分析。结果 随着 BMI 的升高,正常、超重、肥胖三组患者 FFA 水平升高,两两比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ );SUA 水平升高,正常组与肥胖组、超重组与肥胖组组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),而正常组与超重组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。随着 FFA 水平的升高,FFA 低、中、高分位组患者 BMI、SUA 水平升高,FFA 低分位组与高分位组、FFA 中分位组与高分位组组间差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),而 FFA 低分位组与中分位组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。两因素方差分析显示,FFA 和肥胖两因素对 SUA 水平具有交互作用( $F=2.701$ ,  $P=0.033$ ),二者结合会进一步促使 SUA 水平的升高。Spearman 相关分析显示,在肥胖组中,中青年 HUA 患者的 FFA 水平与 SUA 呈正相关( $r=0.428$ ,  $P=0.004$ );在正常组及超重组中,未观察到上述相关性( $P > 0.05$ )。结论 在中青年 HUA 患者中,肥胖者和高水平 FFA 者的 SUA 水平更高,FFA 和肥胖对 SUA 水平的影响表现为叠加性和交互性。

**关键词:**游离脂肪酸;体质指数;高尿酸血症;血尿酸;肥胖

中图分类号:R589.7 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2025)03-559-06

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202410047

## The impact of serum free fatty acids on serum uric acid levels in young and middle-aged hyperuricemia patients with different body mass indexes

LI Hui-dan\*, WEI Xing, SU Zi-huai, CHI Fang-hao, ZHAO Wei, HUANG Li-ping, YANG Song-tao

School of Sports and Health, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang, Jiangxi 330004, China

**Abstract: Objective** To investigate the impact of serum free fatty acids (FFA) on serum uric acid (SUA) levels in young and middle-aged hyperuricemia (HUA) patients with different body mass indexes (BMI). **Methods** A total of 144 young and middle-aged male patients first diagnosed with HUA at Zhu Xianyi Memorial Hospital of Tianjin Medical University from March 2018 to May 2020 were selected. They were divided into three groups based on BMI: normal group ( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 24.0 \text{ kg/m}^2$ ,  $n=42$ ), overweight group ( $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28.0 \text{ kg/m}^2$ ,  $n=58$ ), and obese group ( $\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2$ ,  $n=44$ ). Additionally, they were categorized into tertiles based on FFA levels: low tertile group ( $\text{FFA} \leq 0.37 \text{ mmol/L}$ ,  $n=48$ ), middle tertile group ( $0.37 \text{ mmol/L} < \text{FFA} < 0.7 \text{ mmol/L}$ ,  $n=48$ ), and high tertile group ( $\text{FFA} \geq 0.7 \text{ mmol/L}$ ,  $n=48$ ). General information and laboratory data, including FFA and SUA levels, were collected and statistically analyzed. **Results** As BMI increased, FFA levels in the normal, overweight, and obese groups showed a significant upward trend ( $P < 0.05$ ). SUA levels also increased, with statistically significant differences between the normal and obese groups and between the overweight and obese groups ( $P < 0.05$ ), but no significant difference was observed between the normal and overweight groups ( $P > 0.05$ ). With increasing FFA levels, BMI and SUA levels in the low, middle, and high FFA tertile groups also increased. Significant differences were observed between the low and high tertile groups and between the middle and high tertile groups ( $P < 0.05$ ),

基金项目:2024 年江西省体育局科研课题(2024054)

作者简介:李慧丹(1995—),女,硕士,讲师,研究方向:慢性代谢病的预防、控制与康复

通信作者:杨松涛, E-mail:444713956@qq.com

but no significant difference was found between the low and middle tertile groups ( $P > 0.05$ ). Two-way ANOVA revealed an interaction between FFA and obesity on the SUA levels ( $F=2.701, P=0.033$ ), indicating that their combined effect further elevated SUA levels. Spearman correlation analysis showed a positive correlation between FFA and SUA levels in the obese group ( $r=0.428, P=0.004$ ). However, no such correlation was observed in the normal and overweight groups ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion** In young and middle-aged HUA patients, those with obesity and high FFA levels exhibit higher SUA levels. The effects of FFA and obesity on SUA levels are both additive and interactive.

**Keywords:** Free fatty acids; Body mass index; Hyperuricemia; Serum uric acid; Obesity

高尿酸血症(hyperuricemia, HUA)是一种慢性代谢性疾病,表现为血尿酸(serum uric acid, SUA)水平的异常增高<sup>[1]</sup>。据相关流行病学数据显示,我国中青年人群 HUA 的患病率高达 30%,成为 HUA 的主要患病群体<sup>[2]</sup>。研究显示, HUA 是多种慢性疾病的独立危险因素,且是过早死亡的独立预测因子<sup>[3-7]</sup>,严重威胁中青年人口健康。游离脂肪酸(free fatty acid, FFA)是一种促炎物质,高水平 FFA 所诱导的内皮功能障碍在动脉粥样硬化的发生和发展中起着重要作用<sup>[8]</sup>,血清 FFA 水平的升高与 HUA 相关的各种紊乱密切相关<sup>[9-10]</sup>,是 HUA 发病的独立危险因素<sup>[11]</sup>。因此,对中青年 HUA 患者的 FFA 水平进行检测,有利于动脉粥样硬化的早期发现与及时干预,对减轻 HUA 并发症具有重要意义。多项研究表明,超重肥胖者发生 HUA 的可能性明显高于体质指数(body mass index, BMI)正常人群, BMI 成为预测 HUA 的潜在危险因素<sup>[1]</sup>。BMI 与 HUA 及心血管疾病均有密切关联,但在中青年人群中,肥胖合并高水平 FFA 是否影响 HUA 患者的 SUA 水平目前尚不清楚。在本次研究中,主要探究了 FFA 对不同 BMI 中青年 HUA 患者 SUA 水平的影响,以期为中青年 HUA 患者动脉粥样硬化的早期预防提供新思路。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 选取 2018 年 3 月—2020 年 5 月期间在天津医科大学朱宪彝纪念医院首次被确诊为 HUA 的中青年男性患者 144 例,年龄 19~59 ( $36.81 \pm 9.80$ )岁, SUA( $496.06 \pm 69.91$ ) $\mu\text{mol/L}$ 。纳入标准:(1)符合《中国高尿酸血症与痛风诊疗指南(2019)》<sup>[12]</sup>诊断标准的 HUA 患者,即非同日 2 次 SUA 水平超过 420  $\mu\text{mol/L}$ ,并签署知情同意书;(2)中青年男性,年龄 19~59 岁;(3)不伴有痛风、尿结石或肾病等症状。排除标准:(1)有急性关节炎临床症状者;(2)合并糖尿病、高血压等控制不稳定者;(3)服用降尿酸药物者、有肿瘤病史者;(4)严重的呼吸系统、心脑血管系统疾病,精神疾病、肾病、传染性疾病及运动功能障碍者。本研究经天津医科大学朱宪彝纪念医院医学伦理委员会审批通过(DXBYHMEC2019-25)。

**1.2 分组** 依据《超重或肥胖人群体重管理流程的专家共识(2021 年)》<sup>[13]</sup>将受试者按 BMI 分为正常组( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 24.0 \text{ kg/m}^2, n=42$ )、超重组( $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28.0 \text{ kg/m}^2, n=58$ )、肥胖组( $\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2, n=44$ );按 FFA 水平三分位数将受试者分为低分位组( $\text{FFA} \leq 0.37 \text{ mmol/L}, n=48$ )、中分位组( $0.37 \text{ mmol/L} < \text{FFA} < 0.7 \text{ mmol/L}, n=48$ )、高分位组( $\text{FFA} \geq 0.7 \text{ mmol/L}, n=48$ )。

## 1.3 方法

**1.3.1 临床资料收集** 收集所有受试者的一般信息及 FFA、SUA、血糖(glucose, Glu)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)等实验室检测数据。

**1.3.2 实验室检测** FFA 采用生化仪(ADVA 2 400, SIEMENS, 德国)及酶法试剂盒(中国复兴长征公司)进行检测;SUA、Glu、血脂四项(TG、TC、HDL-C、LDL-C)均采用全自动生化分析仪(AU 680, Beckman Coulter, 美国)进行检测。

**1.4 统计学分析** 所得数据采用 SPSS 25.0 统计分析软件进行处理,符合正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 LSD 法;非正态分布的计量资料以 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]表示,三组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,进一步两两比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验;BMI 及 FFA 水平对中青年 HUA 患者 SUA 水平的影响采用两因素方差分析;FFA 与 SUA 水平的相关性分析采用 Spearman 法,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 不同 BMI 中青年 HUA 患者的一般资料比较** 与正常组比较,超重组 FFA、TC 水平较高( $P < 0.05$ ),肥胖组 FFA、TC、TG、LDL-C 水平较高( $P < 0.05$ ), HDL-C 水平较低( $P < 0.05$ );与超重组比较,肥胖组 FFA、TC、LDL-C 水平较高( $P < 0.05$ );三组间年龄、Glu 水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 不同 BMI 中青年 HUA 患者的一般资料比较  $[(\bar{x} \pm s), M(P_{25}, P_{75})]$

Table 1 Comparison of general data of young and middle-aged HUA patients with different BMI  $[(\bar{x} \pm s), M(P_{25}, P_{75})]$

	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	年龄(岁)	FFA (mmol/L)	TC(mmol/L)	TG(mmol/L)	HDL-C(mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	Glu (mmol/L)
正常组(n=42)	22.22 (21.00,22.94)	35.00 (23.00,47.25)	0.37 (0.23,0.62)	4.76 ± 0.89	1.59 (1.03,2.37)	1.26 (1.01,1.61)	2.82 ± 0.90	5.65 (5.08,6.21)
超重组(n=58)	25.72 (24.77,26.59)*	36.50 (30.00,46.25)	0.48 (0.29,0.76)*	5.18 ± 0.77*	1.97 (1.39,3.15)	1.20 (0.98,1.51)	2.93 ± 0.70	5.53 (4.97,6.36)
肥胖组(n=44)	30.69 (29.31,32.82)**	35.00 (32.00,41.75)	0.74 (0.46,1.05)**	5.53 ± 0.97**	2.17 (1.63,3.28)*	1.07 (0.94,1.26)*	3.50 ± 0.85**	5.51 (4.99,5.84)
H/F 值	126.048	0.995	22.866	8.410	8.628	5.128	9.045	0854
P 值	<0.001	0.608	<0.001	<0.001	0.013	0.077	<0.001	0.652

注:与正常组比较,\*P<0.05;与超重组比较,\*\*P<0.05。

### 2.2 不同 BMI 中青年 HUA 患者的 SUA 水平比较

对正常、超重和肥胖组患者 SUA 水平进行 Mann-Whitney 检验发现,与正常组和超重组比较,肥胖组 SUA 水平均较高( $z=-3.102, P=0.002; z=-2.689, P=0.007$ ),见图 1。

### 2.3 不同 FFA 水平中青年 HUA 患者的一般资料比较

将患者按 FFA 水平三分位数进行分组,结果显示,与低分位组比较,中分位组 FFA、TG 水平较高;高分位组 BMI 较大,FFA、TC、LDL-C 水平较高,Glu 水平较低( $P<0.05$ );与中分位组相比,高分位组 BMI 较大,FFA、TC、TG 水平较高 ( $P<0.05$ );三组间年龄、HDL-C 水平差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 2。

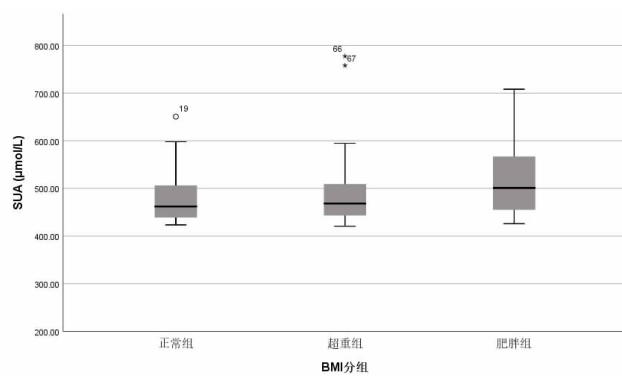


图 1 不同 BMI 中青年 HUA 患者 SUA 水平比较

Figure 1 Comparison of SUA levels in young and middle-aged patients with different BMI

表 2 不同 FFA 水平中青年 HUA 患者的一般资料比较  $[(\bar{x} \pm s), M(P_{25}, P_{75})]$

Table 2 Comparison of general data in young and middle-aged patients with HUA with different FFA levels  $[(\bar{x} \pm s) \text{ or } M(P_{25}, P_{75})]$

	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	年龄(岁)	FFA (mmol/L)	TC(mmol/L)	TG(mmol/L)	HDL-C(mmol/L)	LDL-C/ (mmol/L)	Glu/ (mmol/L)
低分位组 (n=48)	24.22 (22.14,26.51)	35.35 ± 10.27	0.25 (0.17,0.32)	5.01 ± 0.87	2.00 (1.46,3.06)	1.20 (0.95,1.50)	2.85 ± 0.92	5.90 (5.23,6.72)
中分位组 (n=48)	25.48 (23.22,28.61)	37.44 ± 10.44	0.50 (0.44,0.59)*	5.01 ± 0.85	1.70 (0.92,2.20)*	1.21 (1.01,1.56)	3.09 ± 0.73	5.50 (4.92,6.04)
高分位组 (n=48)	27.65 (25.64,31.34)**	37.65 ± 8.63	0.95 (0.79,1.32)**	5.47 ± 0.96**	2.20 (1.47,3.35)#	1.16 (0.95,1.31)	3.26 ± 0.86*	5.40 (4.92,5.90)*
H/F 值	20.723	0.800	126.356	4.176	9.522	1.750	2.770	6.425
P 值	<0.001	0.451	<0.001	0.017	0.009	0.417	0.066	0.040

注:与低分位组比较,\*P<0.05;与中分位组比较,\*\*P<0.05。

### 2.4 不同 FFA 水平中青年 HUA 患者的 SUA 水平比较

对 FFA 低、中和高分位组患者 SUA 水平进行 Mann-Whitney 检验发现,与低分位组和中分位组比较,高分位组 SUA 水平均较高 ( $z=-2.283, P=0.022; z=-2.202, P=0.028$ ),见图 2。

### 2.5 血清 FFA 对不同 BMI 中青年 HUA 患者 SUA 水平的影响分析

校正年龄、TG、TC、HDL-C、LDL-C、Glu 后进行两因素方差分析,结果显示,FFA 和肥胖两因素对 SUA 水平具有交互作用( $F=2.701, P=0.033$ )。

肥胖独立效应分析显示,在 FFA 低分位组中,正常、超重及肥胖组三组间两两比较,SUA 水平差异无统计学意义( $P>0.05$ );在 FFA 中分位组中,肥胖组与正常组比较,差异有统计学意义( $P=0.013$ );在 FFA 高分位组中,肥胖组与超重组比较,差异有统计学意义( $P=0.006$ )。见表 3。

FFA 独立效应分析显示,在 BMI 正常组及超重组中,FFA 低、中、高分位组三组间两两比较,SUA 水平差异无统计学意义( $P>0.05$ );在肥胖组中,FFA 水平较高者 SUA 水平更高,高分位组与低分位组比较,

SUA 水平差异有统计学意义( $P=0.008$ )。见表 4。

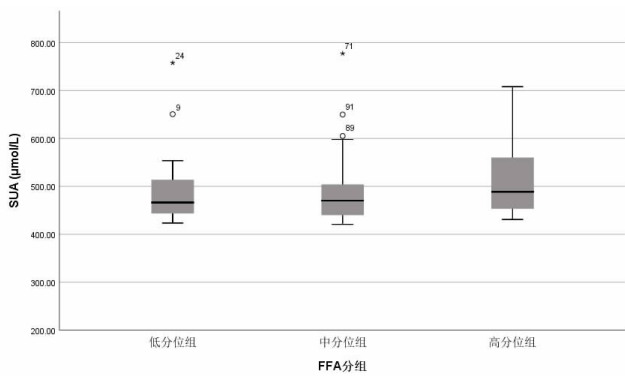


图 2 不同 FFA 水平中青年 HUA 患者 SUA 水平比较

Figure 2 Comparison of SUA levels in middle-aged and young HUA patients with different FFA levels

表 3 肥胖对不同 FFA 中青年 HUA 患者 SUA 水平的影响  
[ $M(P_{25}, P_{75}), (\bar{x} \pm s)$ ]

Table 3 Effects of obesity on SUA levels in middle-aged and young HUA patients with different FFA [ $M(P_{25}, P_{75}), (\bar{x} \pm s)$ ]

FFA 分位组	BMI 分组	SUA/ ( $\mu\text{mol/L}$ )	H/F 值	P 值
低	正常组( $n=22$ )	464.67(440.43,527.59)	0.545	0.762
	超重组( $n=18$ )	468.10(445.13,521.89)		
	肥胖组( $n=8$ )	461.02(432.62,502.68)		
中	正常组( $n=14$ )	441.40(428.97,489.31)	6.430	0.040
	超重组( $n=21$ )	466.30(440.65,499.49)		
	肥胖组( $n=13$ )	496.37(459.69,574.40)*		
高	正常组( $n=6$ )	487.78 $\pm$ 43.88	4.743	0.014
	超重组( $n=19$ )	485.04 $\pm$ 52.20		
	肥胖组( $n=23$ )	548.11 $\pm$ 86.03*		

注:与 FFA 中分位+BMI 正常组比较,\* $P<0.05$ ;与 FFA 高分位+BMI 超重组比较,\* $P<0.05$ 。

表 4 高 FFA 对不同 BMI 中青年 HUA 患者 SUA 水平的影响  
[ $M(P_{25}, P_{75}), (\bar{x} \pm s)$ ]

Table 4 Effects of high FFA on SUA levels in young and middle-aged patients with different BMI [ $M(P_{25}, P_{75}), (\bar{x} \pm s)$ ]

BMI 分组	FFA 分位组	SUA/ ( $\mu\text{mol/L}$ )	H/F 值	P 值
正常组	低( $n=22$ )	464.67(440.43,527.59)	3.069	0.216
	中( $n=14$ )	441.40(428.97,489.31)		
	高( $n=6$ )	495.46(438.45,520.44)		
超重组	低( $n=18$ )	468.10(445.13,521.89)	0.255	0.880
	中( $n=21$ )	466.30(440.65,499.49)		
	高( $n=19$ )	471.00(441.07,510.70)		
肥胖组	低( $n=8$ )	467.44 $\pm$ 36.25	4.229	0.021
	中( $n=12$ )	508.04 $\pm$ 64.21		
	高( $n=24$ )	550.48 $\pm$ 84.94*		

注:与肥胖+FFA 低分位组比较,\* $P<0.05$ 。

2.6 在不同 BMI 中青年 HUA 患者中,FFA 与 SUA 的相关性 Spearman 相关分析显示,在正常组及超

重组中,FFA 与 SUA 的相关性无统计学意义 ( $P>0.05$ );在肥胖组中,中青年 HUA 患者的 FFA 水平与 SUA 呈正相关( $r=0.428, P=0.004$ )。

### 3 讨论

HUA 已成为一个重要的公共卫生问题,近十年来,中国成人 HUA 患病率迅速上升且呈现年轻化趋势,中青年男性成为 HUA 的主要患病群体<sup>[2]</sup>。HUA 与多种慢性疾病有关<sup>[3,5-7,14-15]</sup>。研究显示,在 SUA 水平超过 5 mg/dL 且 BMI>25 kg/m<sup>2</sup> 的男性个体中,心力衰竭、房颤和慢性肾病的发生率较高<sup>[3]</sup>。此外,HUA 还是慢性肾疾<sup>[15]</sup>及 2 型糖尿病的独立危险因素,SUA 水平每增加 1 mg/dL,2 型糖尿病的患病风险将增加 6%<sup>[7]</sup>。因此,进一步了解与 HUA 相关且可改变的危险因素,对 HUA 及其相关疾病的管理和预防至关重要。

肥胖也是一个全球性的公共卫生问题。一项横断面研究表明<sup>[16]</sup>,BMI 和 HUA 之间呈线性关系,随着 BMI 的增加,HUA 的优势比增加,且这种关联仅发生在男性人群中,当 BMI<23.5 kg/m<sup>2</sup> 时,随着 BMI 的增加,HUA 风险缓慢升高,而当 BMI>23.5 kg/m<sup>2</sup> 时,HUA 风险将迅速升高,可能与脂肪细胞因子信号通路、胰岛素抵抗、脂代谢等重要途径有关<sup>[17-18]</sup>。也有一些横断面研究评估了一般肥胖(以 BMI 定义)和腹部肥胖(以腰围定义)与 HUA 患病率的关系,但报道结果并不一致<sup>[19-22]</sup>,BMI 与 HUA 发生风险之间的关系仍不确定。

FFA 作为一种促炎物质,其诱导的内皮功能障碍在动脉粥样硬化的发生和发展中起着重要作用,肥胖和高水平 FFA 与多种代谢性疾病及心血管疾病均密切相关,可导致血管管腔狭窄,进一步引起冠状动脉粥样硬化性心脏病、血栓形成等并发症<sup>[23]</sup>。2020 年,翁雪燕<sup>[24]</sup>等在中国首次发现在老年糖尿病患者中,血清 FFA 与 SUA 水平密切相关。但在中青年人群中,肥胖合并高水平 FFA 是否影响 HUA 患者的 SUA 水平目前尚不清楚。因此,本研究首次聚焦中青年 HUA 人群,并对 BMI 进行分层,深入分析在不同 BMI 中青年 HUA 患者中 FFA 与 SUA 的相关性。此外,本研究首次分析高水平 FFA 和肥胖两因素对 SUA 水平的交互作用,为理解 HUA 的发病机制提供新的视角,为 HUA 特别是肥胖相关代谢疾病的预防和治疗提供新的理论依据。

本研究发现,在超重组和肥胖组 HUA 患者中,随着 BMI 的增加,SUA 水平呈增高趋势,提示超重肥胖可能是造成 SUA 水平增高的一大原因。研究表明,SUA 与肥胖之间存在显著的正相关<sup>[25]</sup>,即便在健康男性人群中,BMI 与 SUA 水平的变化也具有显著相关

性<sup>[26]</sup>,与本文的研究结果一致。近年研究认为 SUA 和肥胖之间的关系可能与以下机制有关:肥胖或体脂过多可能会引起胰岛素抵抗,导致 SUA 生成增多、排泄不足,进而导致尿酸代谢受损,甚至出现 HUA<sup>[27]</sup>。同时,SUA 有可能通过促进肝脏和外周脂肪的生成而导致肥胖<sup>[28]</sup>,从而形成 HUA-肥胖的恶性循环。此外,糖脂代谢和尿酸代谢的功能障碍都可能会增强这两种途径。提示 SUA 与 BMI 之间存在密切的生物学联系,评估 SUA 与 BMI 之间的相互作用对于相关疾病的预防与治疗至关重要。

本研究发现,与正常或超重的中青年 HUA 患者相比,肥胖个体的 FFA 水平更高,肥胖和高 FFA 水平对于 SUA 水平的影响表现为叠加性和交互性,高 FFA 水平与较高 BMI 的结合会进一步促使中青年 HUA 患者 SUA 水平的升高,若 SUA 水平长期居高不下,可进一步导致痛风发作及心、脑、肾等脏器的不可逆损害<sup>[3-4]</sup>,严重威胁中青年人口健康。此外,本研究发现,在肥胖的中青年 HUA 患者中,FFA 水平与 SUA 呈正相关,表明 FFA 可能在肥胖相关 HUA 的发展中起着重要作用。有相关文献报道,老年糖尿病患者 FFA 与 SUA 水平呈正相关,且与 HUA 关系密切<sup>[24]</sup>,FFA 是 HUA 发病的独立危险因素<sup>[11]</sup>,两者协同可加重胰岛素抵抗和动脉粥样硬化<sup>[29]</sup>,提示在肥胖的中青年 HUA 人群中,FFA 水平升高可能是 HUA 发生的重要因素之一,FFA 对 HUA 患者 SUA 影响的相关机制还有待进一步的研究证实。本研究结果表明对于肥胖的中青年 HUA 患者,加强 FFA 水平的监测和管理可能对于延缓 HUA 的进展至关重要。

目前,在世界范围内的中青年人群中,肥胖及 HUA 的患病率正逐年增加,更重要的是,BMI、SUA 及 FFA 水平可以较容易地进行检测,这不仅有助于识别高危患者,还能为中青年 HUA 患者提供更多的预后信息。本研究结果提示,肥胖和高 FFA 水平对于 SUA 水平的影响表现为叠加性和交互性,高 FFA 水平与较高 BMI 的结合会进一步促使 SUA 水平的升高,减重及降低 FFA 水平可能有效延缓 HUA 的发生发展,从而最大程度地预防或改善心血管残疾。

本研究也存在一定的局限性。一是,采用 BMI 评估肥胖,无法提供体内脂肪的分布情况,这可能会对实验结果造成一定影响;二是,本研究为单中心横断面回顾性研究且样本量有限,不能明确中青年 HUA 患者 FFA 及 BMI 与 SUA 之间的因果关系及相互作用机制,因此,需要进一步进行大样本的多中心前瞻性队列研究及动物实验进一步证实。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

## 参考文献

- [1] Cui N, Cui J, Sun JP, et al. Triglycerides and total cholesterol concentrations in association with hyperuricemia in Chinese adults in Qingdao, China [J]. Risk Management and Healthcare Policy, 2020, 13: 165-173.
- [2] She DM, Wang YL, Liu J, et al. Changes in the prevalence of hyperuricemia in clients of health examination in Eastern China, 2009 to 2019[J]. BMC Endocrine Disorders, 2022, 22(1): 202.
- [3] Muszyński P, D browski EJ, Paławska M, et al. Hyperuricemia as a risk factor in hypertension among patients with very high cardiovascular risk[J]. Healthcare, 2023, 11(17): 2460.
- [4] Talpur AS, Fattah A, Hewadmal H, et al. Asymptomatic hyperuricemia as an Independent risk factor for myocardial infarction in adult population: a Four-Year Follow-Up study [J]. Cureus, 2023, 15(2): e34614.
- [5] Lee MJ, Khang AR, Kang YH, et al. Synergistic interaction between hyperuricemia and abdominal obesity as a risk factor for metabolic syndrome components in Korean population [J]. Diabetes & Metabolism Journal, 2022, 46(5): 756-766.
- [6] Zhang SH, Zhang YC, Lin SJ, et al. Hyperuricemia as a possible risk factor for abnormal lipid metabolism in the Chinese population: a cross-sectional study[J]. Annals of Palliative Medicine, 2021, 10(11): 11454-11463.
- [7] Lv Q, Meng XF, He FF, et al. High serum uric acid and increased risk of type 2 diabetes: a systemic review and meta-analysis of prospective cohort studies[J]. PLOS One, 2013, 8(2): e56864.
- [8] Song M, Meng L, Liu X, et al. Feprazone prevents free fatty acid (FFA)-induced endothelial inflammation by mitigating the activation of the TLR4/MyD88/NF- $\kappa$ B pathway [J]. ACS Omega, 2021, 6(7): 4850-4856.
- [9] 李亚祺,王慧,孟玲慧,等. 儿童原发性高血压血清游离脂肪酸的水平及意义 [J]. 中国当代儿科杂志,2022,24(12): 1334-1339.  
Li YQ, Wang H, Meng LH, et al. Serum free fatty acid level in children with primary hypertension [J]. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2022, 24(12): 1334-1339.(In Chinese)
- [10] Yang WQ, Zheng XY, Bai JY, et al. Triterpenoids from the genus Ilex attenuate free fatty acid-induced lipid accumulation in HepG2 cells by regulating lipid metabolism disorder and the AMPK signalling pathway [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2023, 302 (Part A): 115845.
- [11] 邱铭月,王桀,侯旭,等. 山东沿海居民血清尿酸水平与游离脂肪酸的相关性研究 [J]. 中华内分泌代谢杂志,2017,33(9): 765-768.  
Qiu MY, Wang L, Hou X, et al. Correlation study on the serum uric acid and free fatty acid levels of Shandong coastal inhabitants[J]. Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism, 2017, 33 (9): 765-768.(In Chinese)
- [12] 中华医学会内分泌学分会. 中国高尿酸血症与痛风诊疗指南(2019)[J]. 中华内分泌代谢杂志,2020,36(1): 1-13.  
Zhong Hua Yi Xue Hui Na Fen Bi Xue Fen Hui. Guideline for the diagnosis and management of hyperuricemia and gout in China(2019) [J]. Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism, 2020, 36(1): 1-13.(In Chinese)

- [13] 中华医学会健康管理学分会, 中国营养学会临床营养分会, 全国卫生产业企业管理协会医学营养产业分会, 等. 超重或肥胖人群体重管理流程的专家共识(2021 年)[J]. 中华健康管理学杂志, 2021, 15(4): 317-322.  
Health Management Branch of Chinese Medical Association, Clinical Nutrition Branch of Chinese Nutrition Society, Medical Nutrition Industry Branch of National Health Industry Enterprise Management Association, et al. Expert consensus on the procedure of body weight management among patients with overweight or obesity (2021)[J]. Chinese Journal of Health Management, 2021, 15 (4): 317-322.(In Chinese)
- [14] Cheng ZY, Zheng TZ, Zhang DS, et al. High-level uric acid in asymptomatic hyperuricemia could be an isolated risk factor of cardio-cerebrovascular diseases: A prospective cohort study [J]. Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases, 2021, 31(12): 3415-3425.
- [15] Hisatome I, Li P, Miake J, et al. Uric acid as a risk factor for chronic kidney disease and cardiovascular Disease—Japanese guideline on the management of asymptomatic hyperuricemia [J]. Circulation Journal, 2021, 85(2): 130-138.
- [16] Yang L, He Z, Gu X, et al. Dose-Response relationship between BMI and hyperuricemia [J]. International Journal of General Medicine, 2021, 14: 8065-8071.
- [17] Xiao H, Hu LX, Xie MY, et al. The agreement of low lean mass with obesity using different definitions and its correlation with hyperuricemia[J]. Front Nutr, 2024, 11: 1382254.
- [18] Panlu KL, Zhou ZZ, Huang L, et al. Associations between obesity and hyperuricemia combining mendelian randomization with network pharmacology[J]. Heliyon, 2024, 10(6): e27074.
- [19] Zhang Y, Gu Y, Wang N, et al. Association between anthropometric indicators of obesity and cardiovascular risk factors among adults in Shanghai, China[J]. BMC Public Health, 2019, 19(1): 1035.
- [20] Dong J, Ni YQ, Chu X, et al. Association between the abdominal obesity anthropometric indicators and metabolic disorders in a Chinese population[J]. Public Health, 2016, 131: 3-10.
- [21] Choi HK, McCormick N, Lu N, et al. Population impact attributable to modifiable risk factors for hyperuricemia [J]. Arthritis Rheumatol, 2020, 72(1): 157-165.
- [22] Kim IY, Han KD, Kim DH, et al. Women with Metabolic Syndrome and General Obesity Are at a Higher Risk for Significant Hyperuricemia Compared to Men[J]. J Clin Med, 2019, 8(6): 837.
- [23] Na L, Lin J, Kuiwu Y. Risk prediction model for major adverse cardiovascular events (MACE) during hospitalization in patients with coronary heart disease based on myocardial energy metabolic substrate[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10: 1137778.
- [24] 翁雪燕, 陈绵雄, 张菊云. 老年糖尿病患者游离脂肪酸水平与高尿酸血症的相关性 [J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(22): 4731-4733.  
Weng XY, Chen MX, Zhang JY. Correlation between free fatty acid levels and hyperuricemia in elderly patients with diabetes[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2020, 40(22): 4731-4733.(In Chinese)
- [25] Wang HS, Yao J, Ding N, et al. Correlation of uric acid with body mass index based on NHANES 2013-2018 data: A cross-sectional study[J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(39): e30646.
- [26] Hwang J, Lee MY, Ahn JK, et al. Relationship between changing body mass index and serum uric acid alteration among clinically apparently healthy Korean men[J]. Arthritis Care & Research, 2022, 74(8): 1277-1286.
- [27] Matsuura F, Yamashita S, Nakamura T, et al. Effect of visceral fat accumulation on uric acid metabolism in male obese subjects: visceral fat obesity is linked more closely to overproduction of uric acid than subcutaneous fat obesity [J]. Metabolism, 1998, 47(8): 929-933.
- [28] ?zalp KD, ?en S, Ersoy B. Associations between serum uric acid concentrations and cardiometabolic risk and renal injury in obese and overweight children[J]. Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology, 2019, 11(3): 262-269.
- [29] 袁鹰, 王正春, 王秀美. 血清游离脂肪酸对高尿酸血症代谢的影响[J]. 山东医药, 2006, 46(31): 53-54.  
Yuan Y, Wang ZC, Wang XM. Effects of serum free fatty acids on metabolism of hyperuricemia[J]. Shandong Medical Journal, 2006, 46(31): 53-54.(In Chinese)

收稿日期: 2024-10-04

(上接第 551 页)

tion-handout.pdf.

- [12] 郑姗, 宋畅, 甘梦泽, 等. 我国 HIV-1 CRF55\_01B 感染者抗病毒治疗前耐药分析[J]. 中华实验和临床病毒学杂志, 2021, 35(2): 194-198.  
Zheng S, Song C, Gan MZ, et al. Analysis on drug resistance in People infected with HIV-1 CRF55\_01B before antiviral therapy in China [J]. Chinese Journal of Experimental and Clinical Virology, 2021, 35(2): 194-198.(In Chinese)
- [13] Liu YJ, Li HP, Wang XL, et al. Natural presence of V179E and rising prevalence of E138G in HIV-1 reverse transcriptase in CRF55\_01B viruses[J]. Infection Genetics and Evolution, 2020, 77: 104098.
- [14] Liu YJ, Zhang Y, Li HP, et al. Natural presence of the V179D and K103R/V179D mutations associated with resistance to nonnucleoside reverse transcriptase inhibitors in HIV-1 CRF65\_cpx strains[J]. BMC Infectious Diseases, 2020, 20(1): 313.
- [15] 卢忠豪, 朱晓娟, 徐德顺, 等. 2021 年湖州市新确诊 HIV-1 感染者分子亚型及耐药分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2022, 32(24): 2990-2993.  
Lu ZH, Zhu XJ, Xu DS, et al. Analysis of molecular subtypes and drug resistance of newly confirmed HIV-1 infected persons in Huzhou City in 2021 [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2022, 32(24): 2990-2993.(In Chinese)

收稿日期: 2024-10-18